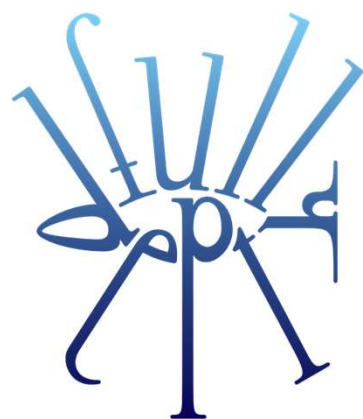


令和4年度 海の次世代モビリティの利活用に関する実証事業
「ASV及びROVを活用した迅速な航路異物の把握」 報告

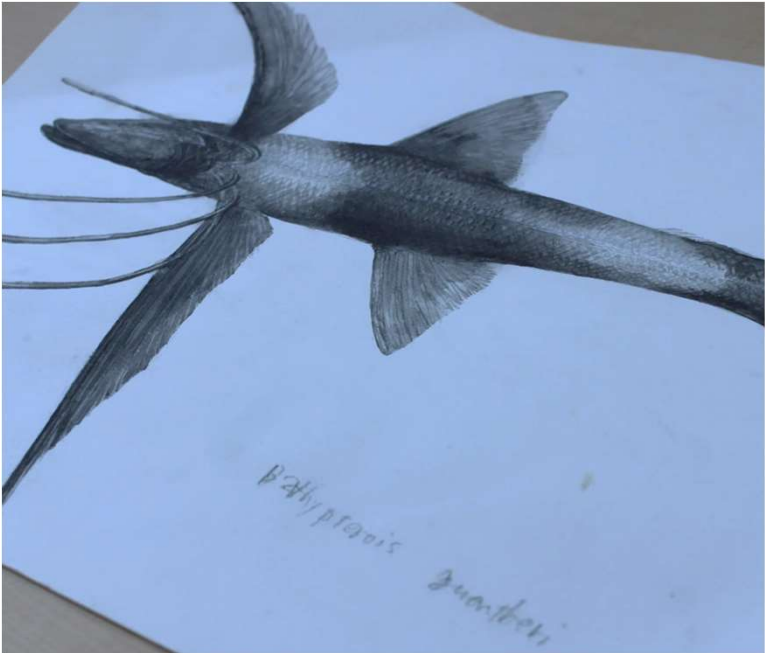


full depth

2023年3月20日

株式会社FullDepth 吉賀 智司

FullDepthについて



未知の世界への好奇心を核に集まり、カオスな環境でしぶとく生き残ってきた水中ロボットのパイオニア集団 2

今回設定した課題と解決策

課題： 海底に沈んでいる物が「どこにあるか」「何であるか」迅速に把握する標準的な手法が無い

- 地震や津波等の災害発生時には、港湾に流出した物により船の航行が妨げられ、生活や経済活動に支障が生じることがある。
- 船舶の沈没事故発生時には、要救助者の有無を含めた迅速な被災状況確認が必要となる。
- 航路維持や被災状況把握の観点から、迅速な異物の判別や状態の把握手法が標準化されていない。

解決策： ROVやASVを用いた手法が標準化しうることを示す

- ASVに搭載したマルチビームソナーにより海底異物の探索・位置把握をした後、ROV搭載カメラにより異物A = 供試体Aを判別する。
- 水中形状を3Dスキャニングソナーにより点群データ化することで状態把握し、異物除去をスムーズに行えるようにする。
- 普遍的に使える技術として、本手法が災害時等における海底状況把握手法として標準化されることを目指す。

体制

【提案者】

全体とりまとめ



full depth

関係者との現場調整



ROVオペレーション



ユーザー評価、助言等

一般財団法人 先端ロボティクス財団

【協力者】

ASVオペレーション



潜水作業



使用機材： ROV



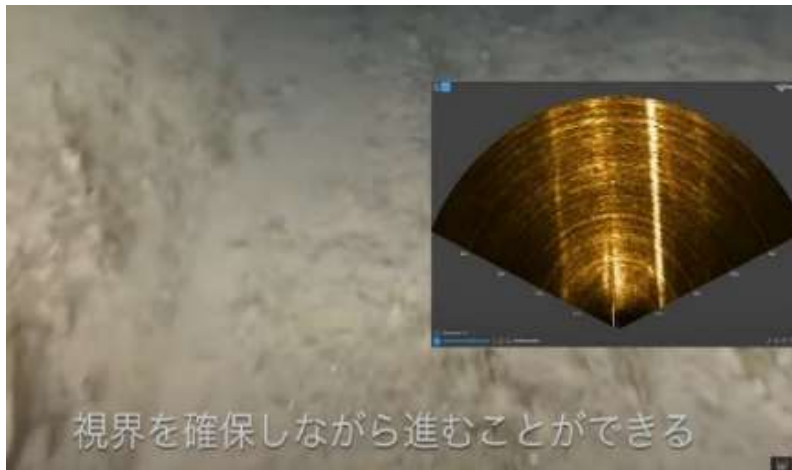
機器名	DiveUnit300(FullDepth製)
仕様	最大潜航可能深度：300m 本体サイズ： 幅410mm x 奥行639mm x 高さ375mm 重量：約28kg カメラ画質：Full HD (30fps) 照明：LED4基 (6000ルーメン) 推進機：7基 駆動時間：最大4時間 ケーブル：直径3.7mm光ファイバー
用途	異物探索、動画撮影

使用機材：ASV



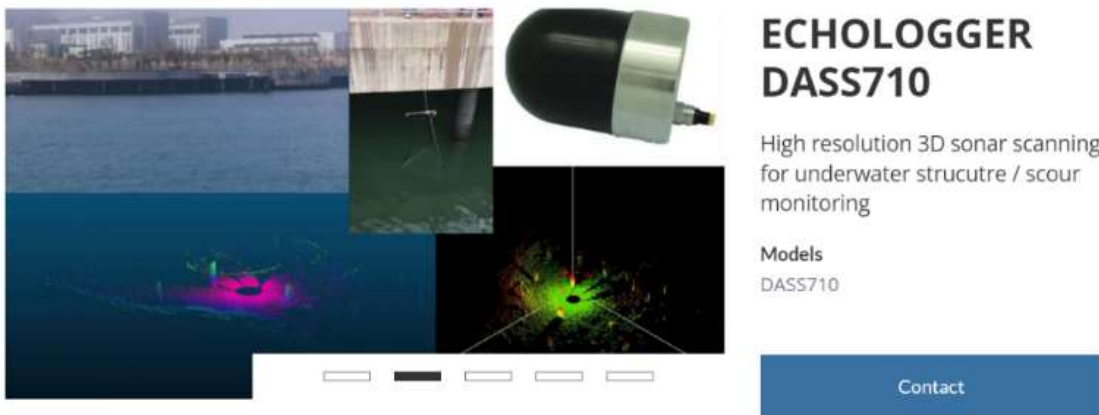
機器名	コデン社製 RC-M1
仕様	周波数 : 400kHz 分解能 : 1cm 指向角 : 1.1° × 1.1° ビーム数 : 最大256 測深回数 : 最大50回/秒 測深範囲 : 0.5m~8.0m 測深方式 : クロスファンビーム
用途	異物探索

使用機材： イメージングソナー



機器名	Blueprint Subsea社製 Oculus m750d
仕様	周波数：750KHz/1.2MHz 最大レンジ：120m/40m 最小レンジ：0.1m レンジ分解能：4mm/2.5mm ビーム数：512本 最大深度：500m 大きさ：125mm(L)x122mm(W)x62mm(H) 重量：0.98kg（気中）0.36kg（水中）
用途	異物探索・異物形状把握

使用機材： 3Dスキャニングソナー



ECHOLOGGER DASS710
High resolution 3D sonar scanning for underwater structure / scour monitoring

Models
DASS710

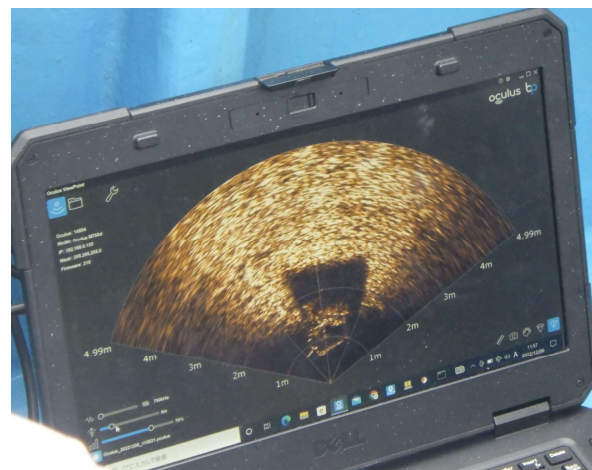
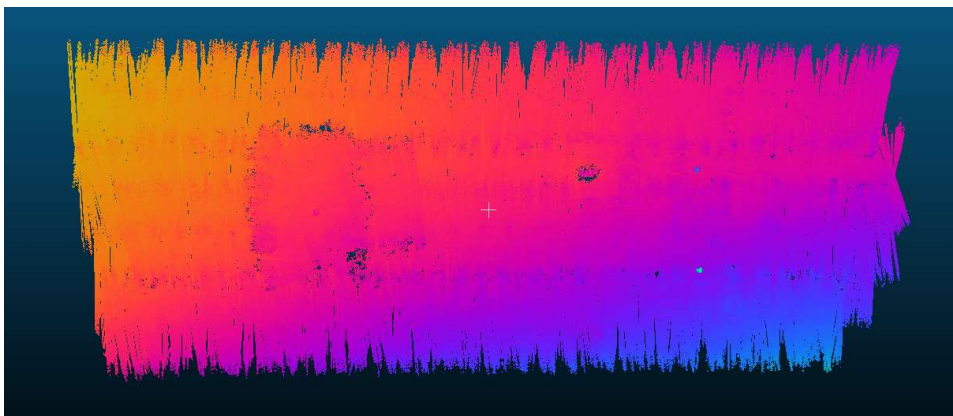
Contact

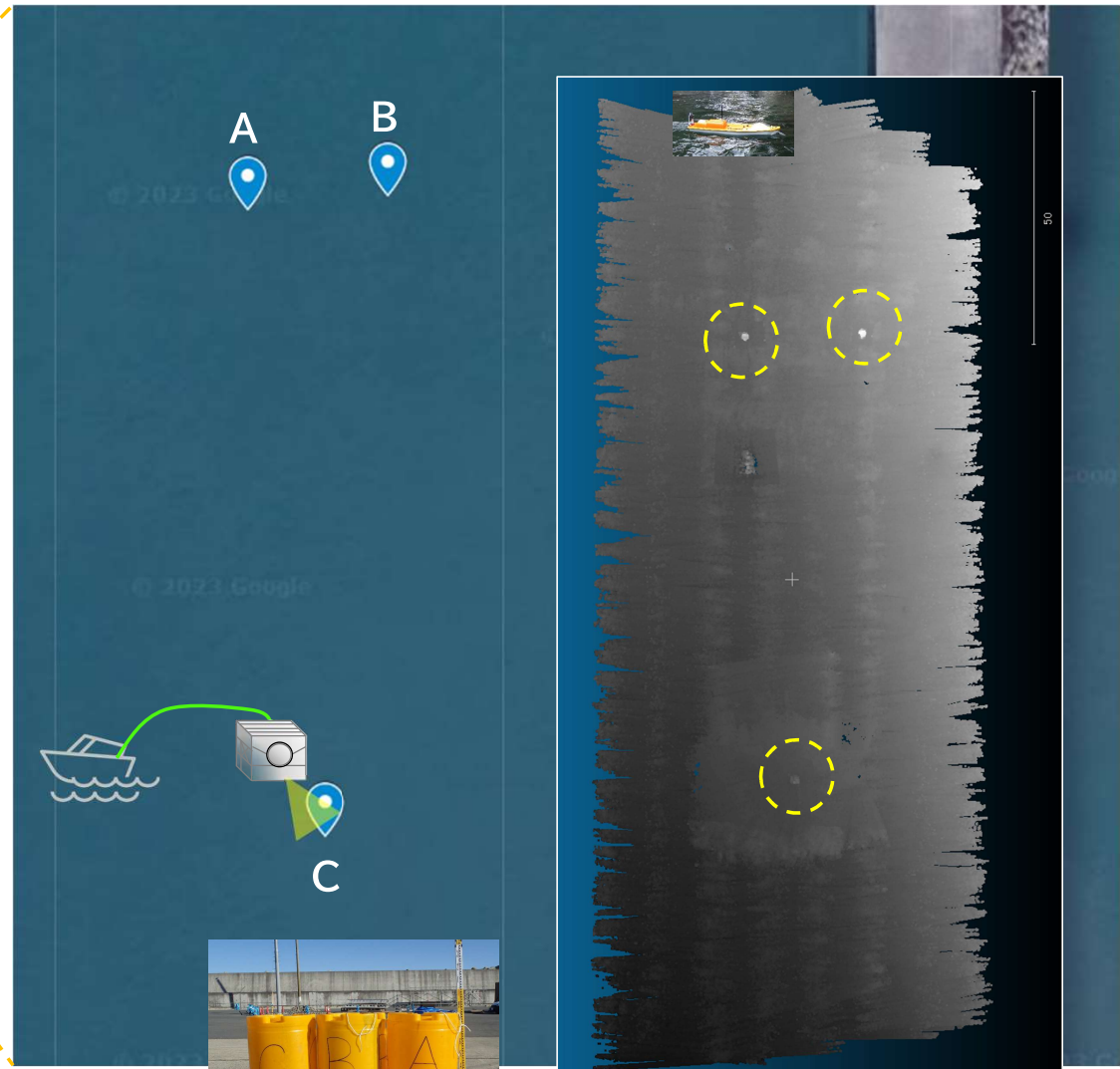
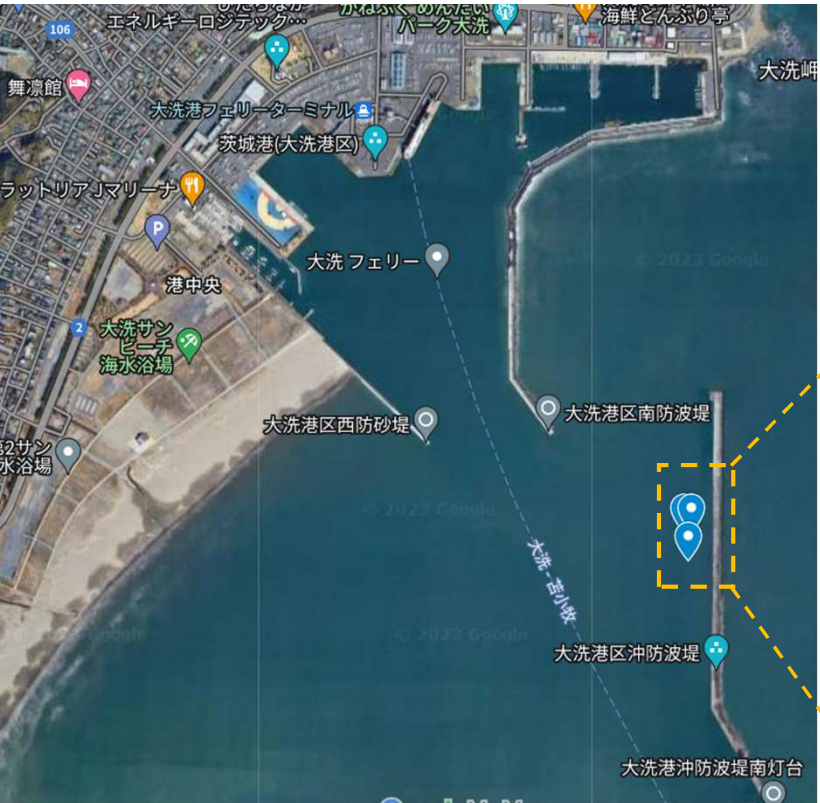
The image shows a promotional graphic for the ECHOLOGGER DASS710. It includes a photograph of the sonar device, a 3D point cloud scan of an underwater structure, and a smaller inset showing the device being deployed from a boat. The text describes it as a high-resolution 3D sonar scanner for monitoring underwater structures and scour. A 'Contact' button is visible at the bottom right of the graphic.

機器名	EchoLogger社製 ECHOLOGGER DASS710
仕様	周波数：750KHz ビーム幅：1.5° 1° Conical(-3dB, echo mode) レンジ：50m (25m) レンジ分解能：1.0mm 最大深度：300m 大きさ：φ110mm、高さ150mm 重量：2.25kg (気中) 0.78kg (水中)
用途	異物形状把握

実施手順

- ① 潜水士により供試体を海底に設置
- ② ASVでマップ作成し、供試体位置を把握
- ③ 供試体に接近してROVカメラで判別
- ④ ソナーにより供試体の形状把握・寸法測定

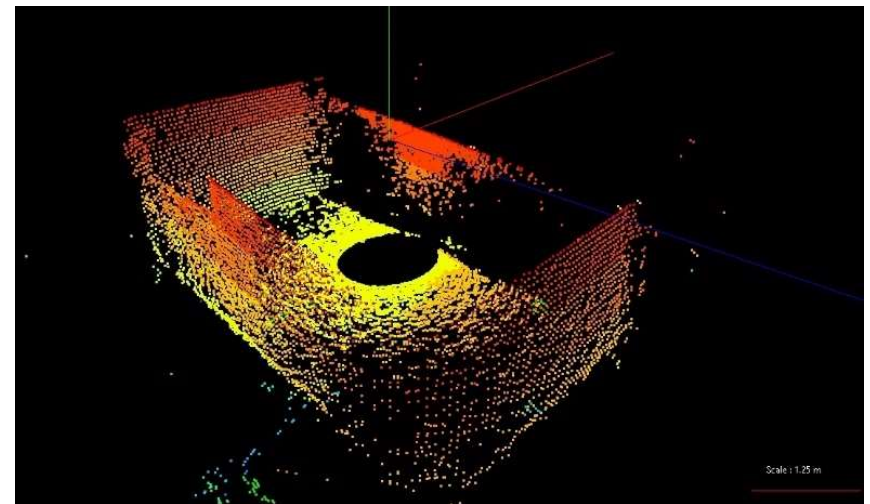
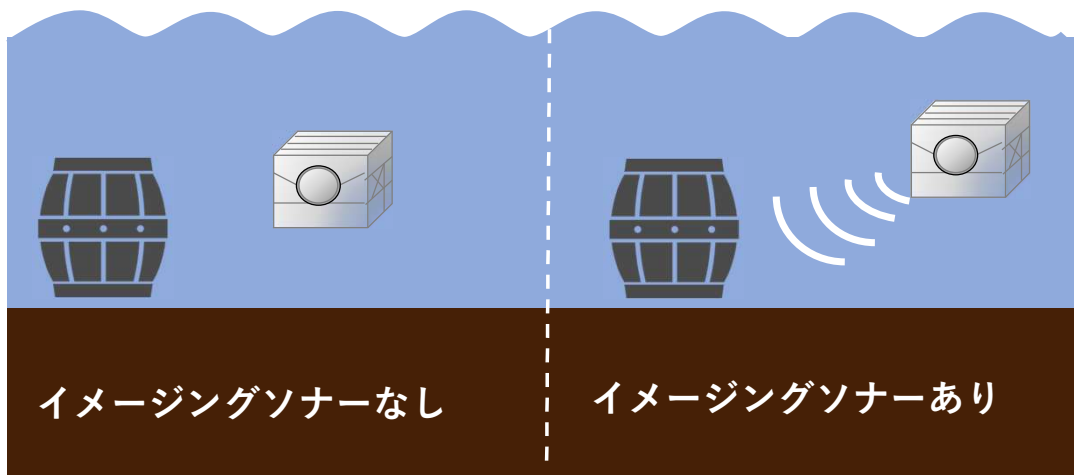




イメージ図

実証項目

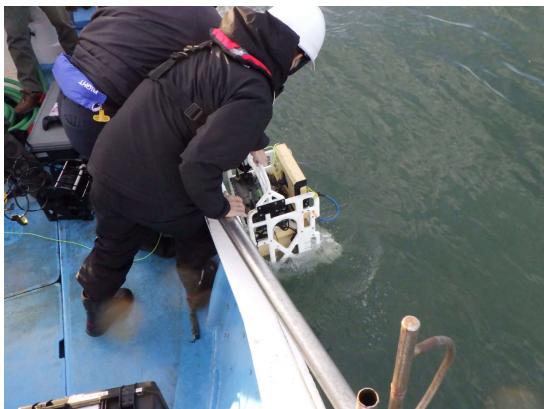
- ① ROV搭載カメラにより供試体Aの判別に要する時間の測定・探索効率の検証
 1. イメージングソナーのある／なしによる違いについても検証
- ② 水中3Dスキャニングソナーによる形状・寸法計測精度検証



①の実証結果

【環境条件】平均的な深度8m、視程30cm程度、潮流ほぼ無し

【結果】イメージングソナーを用いた判別は、ROV投入から判別まで平均3分で完了
(カメラのみでの判別は時間がかかるため実施せず)



投入



発見



接近



判別

①の実証結果 詳細

潜航No.	時刻	内容
【12月6日】		
潜航① →3分	11:27	ROV投入 供試体B探索開始
	11:30	異物確認→直ちに供試体B判別
潜航② →2分	11:37	ROV投入 供試体A探索開始
	11:39	異物確認→直ちに供試体A判別
潜航③ →2分	11:55	ROV投入 供試体C探索開始
	11:57	異物確認→直ちに供試体C判別
【12月7日】		
潜航④ →7分	14:04	ROV投入 供試体A探索開始
	14:07	供試体Aを発見
	14:11	供試体Aを判別
潜航⑤ →3分	14:55	ROV投入 供試体B探索開始
	14:58	異物確認→直ちに供試体Bを判別
潜航⑥ →2分	15:09	ROV投入 供試体A探索開始
	15:11	異物確認→直ちに供試体A判別

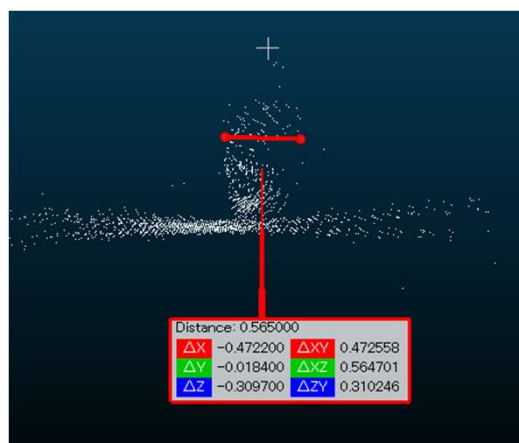
- イメージングソナーを用いた場合、平均約3分で完結
 - ・ オペレーターは12月6日に初めてイメージングソナーを搭載したROVを操作した。
 - ・ ROV投入～判別までの**時間にばらつきはほとんどなかった。**
- カメラのみの場合は測定しなかった
 - ・ 30cmの視野しかない中で、ROV投入後、運良く供試体がカメラの視野に入った場合にのみ発見できる状況。
 - ・ オペレーターの熟練度と運により成果が変動するため、本実証実験では実施できなかった。

②の実証結果

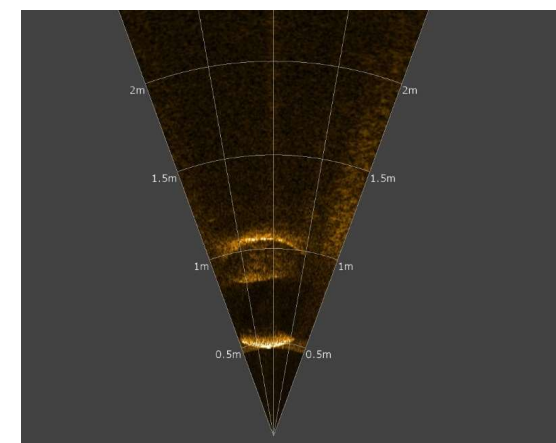
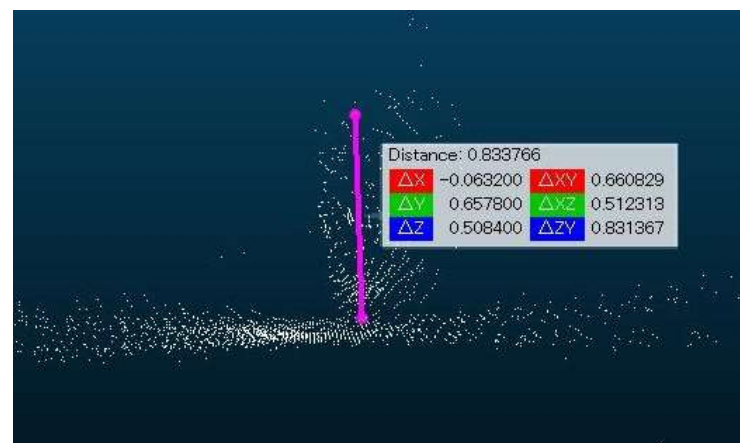
以下の測定数値が得られた。

- ▶ 直径580mmφに対して565mmφの計測結果(97.4%) / 高さ820mmに対して833.8mmの結果(98.3%)。イメージングソナーの撮像とあわせて形状の推測も可能。
- ▶ N数は少ないが、**形状把握・寸法計測が実現できる可能性を示した。**

※供試体から50cmの至近距離でROVを23分間海底に固定して測定した結果。



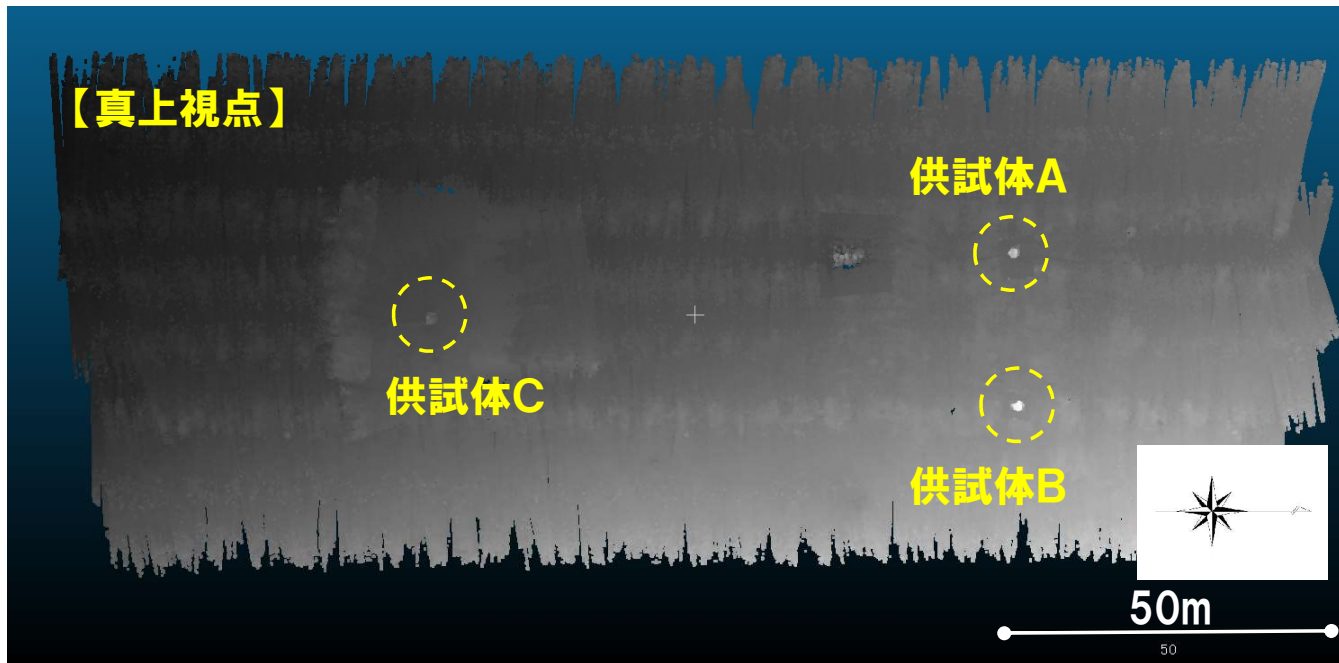
供試体Aの寸法計測結果



※供試体との距離
(イメージングソナー)

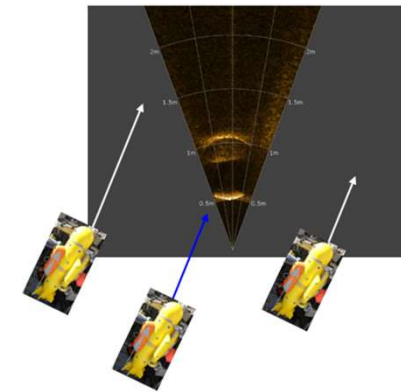
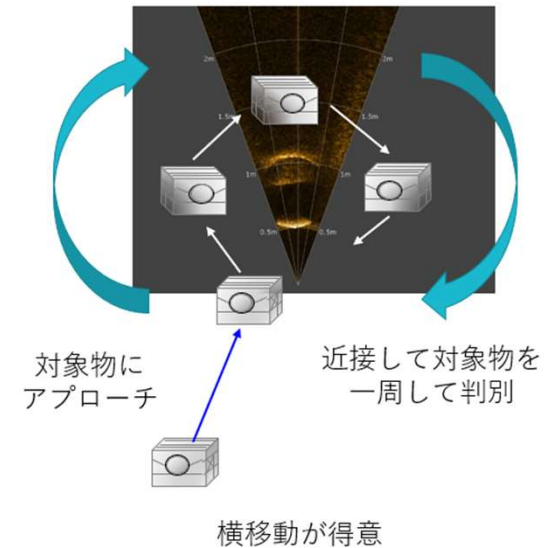
参考 ASVによる海底異物の探索

- ノイズ処理後のエリア全体の点群データから異物の存在が確認できる。
- 詳細形状の把握や形状による物体の特定は困難。



結果考察(ROV編)

- イメージングソナーを搭載したROVは高い異物の検出能力を発揮した。
- ASVで広域スクリーニング→イメージングソナーで狭域スクリーニング→ROVカメラで詳細に判別、の3ステップは今回のような海底異物探索において効率的。
- 海底異物探索のケースでは、対象物にアプローチした後、対象物の周囲を一周するような動作となるため、これに適した移動能力が必要。
- 初めて操作するオペレーターにより、時間にばらつきなく判別できた。経験によらず、ばらつきも少ないという観点で、**実証実験前のTRL8から実証実験後にはTRL9に到達した**と自己評価する。



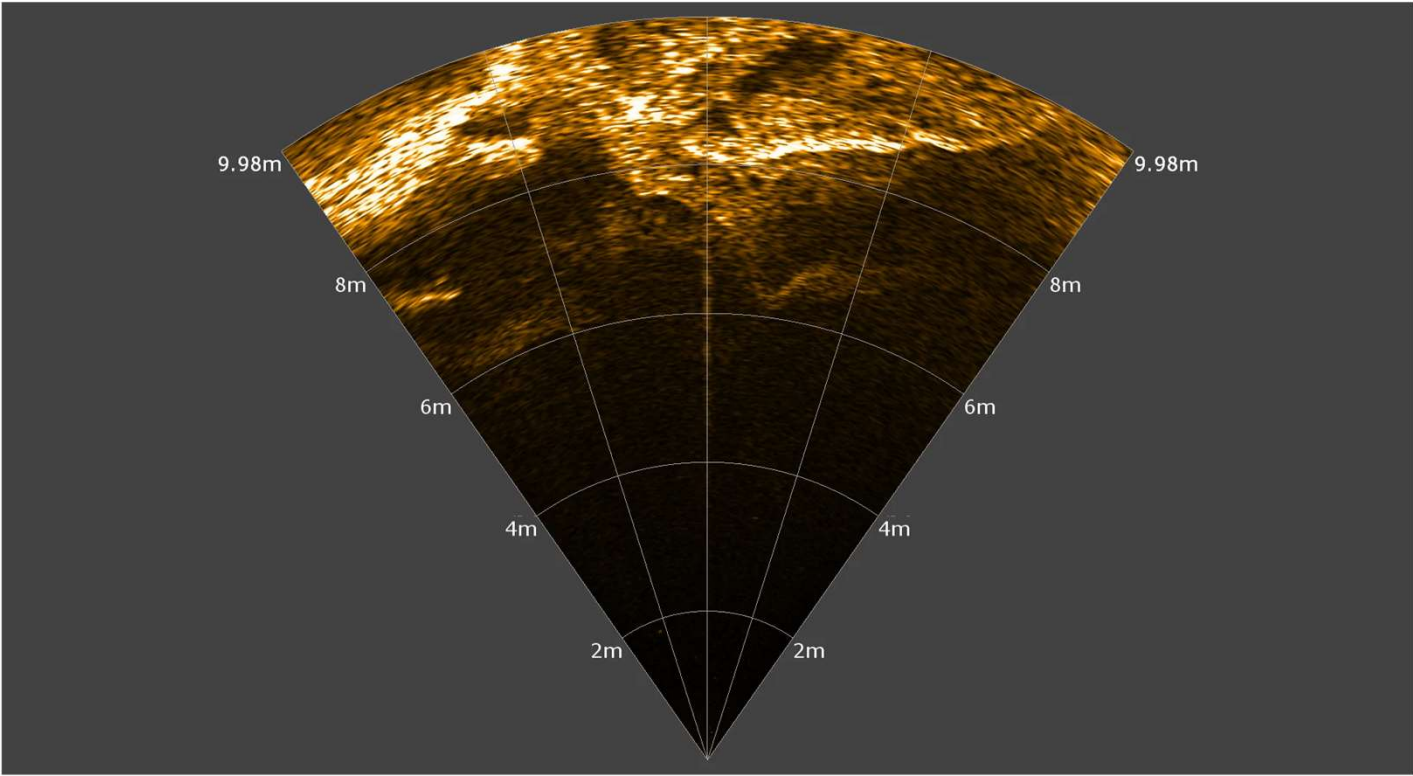
直進性が高く横移動が苦手→判別に苦戦
出典：Wikipedia (<https://ja.wikipedia.org/wiki/PAP-104>)

結果考察(ASV編)

- 2人での運搬が可能で艀装も不要。事故・災害時には有用性が高まる。
- 船舶動揺が大きいいためデータ品質の低下やノイズが多くなる課題があり、以下等の対策が考えられる。
 - ・ ダム・ため池等、静穏性の高い環境を活用の主軸にする。
 - ・ 計測作業をROVに委ね、計測データの精度を考慮から外して位置把握にターゲットを絞る。
 - ・ このとき、マルチビームソナーではなくサイドスキャンソナーの方が適する可能性がある。
- ROVとの役割分担をユースケースごとに最適化することで、さらなるオペレーション効率化が想定しうる。

その他 今後想定しうる展開 等

■河川での捜索への適用／船底や不審な漂流物等、危険物発見への適用 等



捜索中のイメージングソナー画像例



full depth

ご清聴ありがとうございました